

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ: УНИВЕРСИТЕТСКИЙ ЦИКЛ, КОРПОРАТИВНЫЕ ПРОГРАММЫ, ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Шведова О.А.

Институт информационных технологий БГУИР, г. Минск
shvedova@bsuir.by

В статье представлен сравнительный анализ трёх моделей подготовки инженеров в сфере промышленной автоматизации: цикла из трёх университетских дисциплин для специальности «Компьютерная инженерия» в ИИТ БГУИР, корпоративных программ Siemens SITRAIN и программ повышения квалификации для специалистов предприятий. Показан двунаправленный методический поток между университетской подготовкой и программами повышения квалификации.

Ключевые слова: компетенции инженера; непрерывное инженерное образование; повышение квалификации; программы Siemens; компьютерная инженерия; промышленная автоматизация.

Цифровая трансформация промышленности в условиях концепции Industry 4.0 предъявляет новые требования к подготовке инженеров в сфере промышленной автоматизации. Эти требования адресуются одновременно к нескольким системам обучения — университетскому образованию, корпоративным программам производителей средств автоматизации и системе дополнительного образования взрослых на базе учреждений высшего образования. Подготовка инженеров предполагает формирование сквозных компетенций, выходящих за рамки отдельных дисциплин: способности проектировать архитектуру сложных систем, программировать на разных уровнях абстракции, обрабатывать большие массивы данных и строить имитационные модели, а также работать в командных проектах с распределением ролей.

Университетский цикл для студентов специальности «Компьютерная инженерия», состоит из трёх связанных дисциплин — «Автоматизация технологических процессов» (108 ч.), «Проектирование компьютерных систем автоматизации» (100 ч.) и «Цифровые двойники» (198 ч., с курсовым проектом) [1]. Концепция цикла основана на анализе международного опыта преподавания родственных дисциплин в университетах Германии, США, Китая и России, обзоре массовых открытых онлайн-курсов, сравнении с корпоративными программами производителей систем автоматизации, а также на собственном многолетнем опыте работы на курсах повышения квалификации и по разработке программ повышения квалификации для инженеров действующих предприятий.

Цикл построен на принципе сквозного объекта изучения: один и тот же технологический процесс сопровождает студента на протяжении всех трёх дисциплин, постепенно усложняясь от программирования контроллера и базовой визуализации до распределённой SCADA-системы, и цифрового двойника с предиктивной аналитикой. На этом материале формируются три ключевые компетенции инженера:

– технологическая — способность проектировать, программировать и эксплуатировать современные системы промышленной автоматизации с применением реального индустриального программного обеспечения и понимания физических процессов, лежащих в основе технологии;

- цифровая — владение методами работы с большими производственными данными, цифровыми двойниками, машинным обучением и облачными аналитическими платформами, а также навыками разработки программного обеспечения для интеграции этих компонентов;
- системная — способность видеть автоматизированную систему как целое, понимать связи между уровнями архитектуры, принимать обоснованные технические решения с учётом экономических и социальных факторов, а также эффективно работать в команде с распределением ролей.

Параллельно с университетским образованием и массовыми открытыми онлайн-курсами в подготовке специалистов промышленной автоматизации значительную роль играют корпоративные программы производителей систем автоматизации — Siemens, Rockwell Automation, Schneider Electric, Mitsubishi Electric и других. Например, корпоративные программы Siemens представляют собой развитую международную систему обучения, охватывающую полный жизненный цикл автоматизированных систем — от проектирования и инжиниринга до пусконаладки, обслуживания и диагностики. Программа SITRAIN ориентирована на действующих специалистов отрасли, предусматривает несколько форматов обучения (Learning Event, Learning Membership, Learning Journey) и подтверждает компетенции корпоративным сертификатом [2]. Программа SCE адресована университетам и предоставляет образовательным учреждениям бесплатные методические материалы для обучения на современной аппаратной и программной базе по концепции Totally Integrated Automation, включая серию документов DigitalTwin@Education по виртуальному вводу в эксплуатацию [3; 4].

Программы повышения квалификации на базе ИИТ БГУИР развиваются более пяти лет; на текущий момент разработано и поддерживается в актуальном состоянии около десяти программ, ориентированных на разные продуктовые линейки и уровни подготовки слушателей. Программы реализуются преимущественно в формате очных занятий с интенсивным практическим компонентом, с использованием учебно-лабораторного оборудования кафедры; продолжительность курсов составляет 36–72 учебных часа в зависимости от глубины материала. Методическое ядро программ составляют три принципа, выявленные в практической работе с взрослыми слушателями: обучение через выполнение конкретного производственного кейса с последовательным наращиванием сложности; обязательное применение того же инженерного программного обеспечения, которое слушатель использует на рабочем месте; сочетание самостоятельной работы со структурированным наставничеством преподавателя.

Сравнительная характеристика трёх моделей обучения представлена в таблице 1.

Таблица 1 — Сравнение трёх моделей подготовки инженеров промышленной автоматизации

Критерий	Студенты ИИТ БГУИР	Программы Siemens (SITRAIN, SCE)	Программы ППК ИИТ БГУИР
Целевая аудитория	Студенты бакалавриата 5–7 семестров	Действующие специалисты, преподаватели вузов	Действующие инженеры предприятий Республики Беларусь
Цели обучения	Системное понимание + сквозные IT-компетенции	Освоение конкретных продуктов и технологий Siemens	Обновление компетенций под производственные задачи
Теоретическая база	Закладывается фундамент (теория, математика)	Минимальная или отсутствует	Уже сформирована, поддерживается и углубляется
Программное обеспечение	Коммерческие версии TIA Portal	Полные коммерческие версии Siemens	Полные коммерческие версии TIA Portal
Длительность	3 семестра, 108–198 часов на дисциплину	От 2–3 дней до недели на курс	36–72 учебных часа на программу

Формат занятий	Лекции, лабораторные, курсовое проектирование	Очные курсы и виртуальный формат с консультантом	Очные занятия с интенсивной практикой
Наставничество	Преподаватели университета, руководитель КП	Эксперты-практики Siemens	Автор как преподаватель-эксперт, индивидуальный разбор
Документ об обучении	Диплом государственного образца	Корпоративный сертификат Siemens	Свидетельство БГУИР о повышении квалификации
Стоимость	Государственное финансирование / умеренная плата	Высокая (тысячи евро за курс)	Умеренная, доступная отечественным предприятиям
Гибкость траектории	Жёстко фиксированный учебный план	Индивидуальные траектории, модульность	Модульный подход, выбор тем под запрос работодателя

Сравнительный анализ выявляет принципиальную комплементарность трёх моделей. Университетский цикл формирует фундаментальную базу и системное понимание области; корпоративные программы Siemens обеспечивают глубокое освоение конкретных продуктов и технологий; программы ППК адаптируют международные методические решения под специфический контекст белорусских промышленных предприятий и индивидуальные запросы специалистов. Принципиально важным методическим обобщением представляется концепция двунаправленного методического потока между программами ППК и университетским циклом. Опыт работы с действующими инженерами через программы ППК систематически переносится в проектирование университетских дисциплин в виде реалистичных постановок учебных задач, индустриально верифицированных приёмов работы с инструментарием и сценариев командного взаимодействия.

В реализованном на кафедре информационных систем и технологий ИИТ БГУИР цикле такая адаптация выражается в нескольких конкретных решениях: использовании сценариев, основанных на реальных производственных задачах (темы курсовых проектов формулируются как имитации индустриальных контрактов); привлечении практикующих специалистов в качестве рецензентов курсовых проектов; применении промышленного программного обеспечения в его полнофункциональных или близких к ним версиях; обеспечении формальной преемственности с системой повышения квалификации, при которой выпускники, освоившие университетский цикл, получают возможность продолжить обучение в курсах ППК на углублённом уровне без необходимости освоения базовой программы заново.

Обратное направление потока — выпускник университетского цикла, обладающий фундаментальной базой и опытом проектной работы, способен эффективно осваивать корпоративные программы повышения квалификации без повторения базовой программы. Это формирует преемственную образовательную траекторию «университет — корпоративные программы — программы ППК», востребованную в условиях стремительного обновления технологического стека промышленной автоматизации.

Рассмотренные модели подготовки инженеров промышленной автоматизации не конкурируют, а взаимно дополняют друг друга, образуя в совокупности систему непрерывного инженерного образования. Накопленный опыт в одновременной работе с моделями создаёт основу для совершенствования авторских программ ППК в направлении адаптивных образовательных платформ и инструментов искусственного интеллекта [5].

Литература

1. Цифровые двойники : учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для специальности 6-05-0611-05 «Компьютерная инженерия» / сост. О. А. Шведова. — Минск : БГУИР, 2026. — 28 с.

2. SITRAIN — Industrial Training [Электронный ресурс] / Siemens AG. — Режим доступа: <https://www.siemens.com/global/en/products/services/digital-enterprise-services/training-services/sitrain.html>. — Дата доступа: 28.04.2026.
3. SCE Courses — Siemens Cooperates with Education [Электронный ресурс] / Siemens AG. — Режим доступа: <https://www.siemens.com/en-us/content/sce-educational-institutions/plc-courses/>. — Дата доступа: 28.04.2026.
4. DigitalTwin@Education Module 150-001: Virtual commissioning of a production plant using 3D Model [Electronic resource] / Siemens Digital Industries. — Mode of access: <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/digital-twin/sce-150-001-mcd-tia-com-digital-twin-at-education-virtual-commissioning-hsd-0919-en.pdf>. — Дата доступа: 28.04.2026.
5. Roll, M. Learning Factories 4.0 in technical vocational schools: can they foster competence development? / M. Roll, D. Ifenthaler // Empirical Research in Vocational Education and Training. — 2021. — Vol. 13. — Art. 20. — DOI: 10.1186/s40461-021-00124-0.